

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-101879

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 4 C 10/00  
3/00

識別記号

F I

G 0 4 C 10/00  
3/00

C  
F

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-262273

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月26日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 小池 邦夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

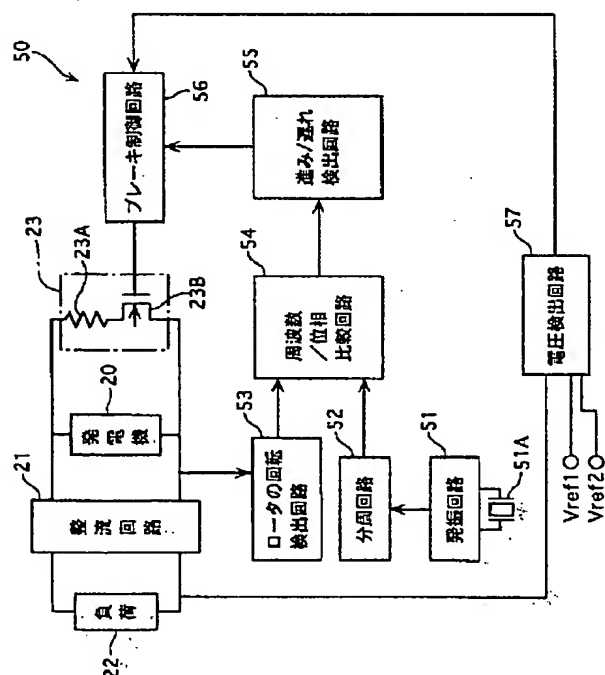
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電子制御式機械時計

(57) 【要約】

【課題】 ゼンマイのトルクが低下してきたときに、システムの停止を回避することができる電子制御式機械時計を提供すること。

【解決手段】 電子制御式機械は、水晶振動子を用いた発振回路51と、発電機20の回転数を検出する回転検出回路53と、発振回路51の出力と回転検出回路53の出力とを比較する周波数/位相比較回路54と、発電機20にブレーキをかけて回転速度を調速するブレーキ制御回路56と、発電機20の発電電力を検出する電圧検出回路57とを備えた回転制御手段50を有する。ブレーキ制御回路56は、発電機20の発電電力が設定値Vref以下の場合、発電機20にかかるブレーキを緩めるか全くかけないようにし、調速よりも発電を優先する。このため、トルク低下時の電圧低下を防止でき、システム停止を回避できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ゼンマイと、輪列を介して伝達されるゼンマイの機械エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、前記輪列に結合された指針と、変換した前記電気エネルギーにより駆動されて前記発電機の回転周期を制御する回転制御手段とを備える電子制御式機械時計において、

前記回転制御手段は、水晶振動子を用いた発振回路と、前記発電機の回転数を検出する回転検出回路と、前記発振回路の出力と前記回転検出回路の出力とを比較する比較回路と、この比較回路からの出力に基づいて前記発電機の回転速度を調整する調速手段と、前記発電機の発電電力を検出する発電電力検出手段とを備え、前記調速手段は、前記発電機の発電電力が設定値以下の場合、発電機の回転速度を落とす制御を緩めるかまたは行わないように設定されていることを特徴とする電子制御式機械時計。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の電子制御式機械時計において、前記調速手段は、前記比較回路からの出力に基づいて、時刻の進みおよび遅れを検出する進み／遅れ検出回路を備えることを特徴とする電子制御式機械時計。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の電子制御式機械時計において、前記進み／遅れ検出回路は、前記比較回路からの出力に基づいて、発電機のロータの回転数の進みおよび遅れを検出することで、前記時刻の進みおよび遅れを検出していることを特徴とする電子制御式機械時計。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 に記載の電子制御式機械時計において、前記調速手段は、前記発電機の回転速度の調速を行わなかった後、発電機の発電電力が上昇した際に、前記進み／遅れ検出回路で検出された時刻の進みまたは遅れ分を解消するように前記発電機の回転速度を調速するように設定されていることを特徴とする電子制御式機械時計。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかに記載の電子制御式機械時計において、前記調速手段は、前記発電機の回転速度の調速を行わない状態で、発電機が所定の回転数を確保できなくなったときには、発電機にブレーキ力を加えて指針の運針を停止あるいは低速にするように設定されていることを特徴とする電子制御式機械時計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ゼンマイが開放する時の機械エネルギーを発電機で電気エネルギーに変換し、その電気エネルギーにより回転制御手段を作動させて発電機の回転周期を制御することにより、輪列に固定される指針を正確に駆動する電子制御式機械時計に関する。

## 【0002】

【背景技術】ゼンマイが開放する時の機械エネルギーを発電機で電気エネルギーに変換し、その電気エネルギーにより回転制御手段を作動させて発電機のコイルに流れる電流

値を制御することにより、輪列に固定される指針を正確に駆動して正確に時刻を表示する電子制御式機械時計として、特開平 8-5758 号公報に記載されたものが知られている。

【0003】このような電子制御式機械時計では、ゼンマイによる指針は常に設定スピードよりも速く回転され、その回転スピードを回転制御手段によってブレーキを掛けることで調速している。このため、電子制御式機械時計は、発電機のロータの回転速度を遅らせるようにブレーキ制御を行う場合でも、ロータの回転により発電される電力が、時計の制御システムを動作させて更に余りがあるように設計されている。

【0004】この電子制御式機械時計は、指針の駆動をゼンマイを動力源とするために運針駆動用のモータが必要であり、部品点数が少なく安価であるという特徴がある。その上、電子回路を作動させるのに必要な僅かな電気エネルギーを発電するだけでよく、少ない入力エネルギーで時計を作動することもできた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電子制御式機械時計は、以下の課題を有している。すなわち、ゼンマイがほどけてゼンマイのパネ力が低下し、ロータの回転トルクが十分に得られなくなったとき、あるいは、ノイズや衝撃が原因で電圧が低下してしまったときに、ブレーキをかけてロータの回転数を時間標準とほぼ同期する速度まで低下させると、そのブレーキの大きさによっては時計の制御システムを安定的に動作継続させるだけの電力の供給ができなくなり、供給される電圧が制御システムの最低動作電圧以下になってしまう可能性がある。

【0006】このようにロータの回転によって供給される電力量が、システムの動作限界を下回ると、発振停止に代表されるシステム停止や、異常動作を引き起こし、それによりブレーキ制御すらも正常にできなくなってしまうという問題があった。

【0007】本発明の目的は、ゼンマイのトルクが低下してきたときでも、システムの停止を回避することができる電子制御式機械時計を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の電子制御式機械時計は、ゼンマイと、輪列を介して伝達されるゼンマイの機械エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機と、前記輪列に結合された指針と、変換した前記電気エネルギーにより駆動されて前記発電機の回転周期を制御する回転制御手段とを備える電子制御式機械時計において、前記回転制御手段は、水晶振動子を用いた発振回路と、前記発電機の回転数を検出する回転検出回路と、前記発振回路の出力と前記回転検出回路の出力とを比較する比較回路と、この比較回路からの出力に基づいて前記発電機の回転速度を調整する調速手段と、前記発電機の発電電力

を検出する発電電力検出手段とを備え、前記調速手段は、前記発電機の発電電力が設定値以下の場合、発電機の回転速度を落とす制御を緩めるかまたは行わないように設定されていることを特徴とするものである。

【0009】本発明の電子制御式機械時計は、通常は、指針及び発電機をゼンマイで駆動し、発電機にブレーキをかけることでロータの回転数を調速する。一方、ゼンマイがほどけてきた場合のように、ゼンマイのトルクが低下して発電機の電力が設定値以下に低下した場合には、調速手段は、ブレーキをかけるのを緩めるか、全くブレーキをかけなくすることで、つまり発電機の回転速度を落とす制御を緩めるか、または全く行わないことで、発電機の回転速度を積極的に落として調速する制御は行わない。これによって、発電機のロータの回転速度が高まり、発電電力が上昇するため、電力低下によるシステムの停止を回避することができる。

【0010】前記調速手段は、前記比較回路からの出力に基づいて時刻の進みおよび遅れを検出する進み／遅れ検出回路を備えることが好ましい。この時刻の進みおよび遅れは、発電機のロータの回転数の進みおよび遅れを検出することなどで検出できる。

【0011】発電電力が低下した際に、発電機の調速を行わないと、指針が早く回転して時刻が進んだり、あるいは時計に衝撃などが加わることで指針が遅く回転して時刻が遅れる可能性がある。このため、前記進み／遅れ検出回路を設けておけば、進み分や遅れ分をカウントしておき、ゼンマイが手動あるいは自動で巻き上げられてゼンマイのパネ力が復帰したときに、発電機のロータに加えるブレーキ力を調整することで、前記進み分や遅れ分を無くすように調速制御することができ、これにより時計における長期的な歩度安定性（精度）が確保できる。

【0012】また、前記調速手段は、前記発電機の回転速度の調速を行わなかった後、発電機の発電電力が上昇した際に、前記進み／遅れ検出回路で検出された時刻の進みまたは遅れ分を解消するように前記発電機の回転速度を調速するように設定されていることが好ましい。

【0013】発電を優先して調速を行わない間は、指針が正確な時刻からずれてしまうが、そのずれ分つまり進み分や遅れ分を進み／遅れ検出回路で検出し、ゼンマイが巻き上げられて発電電力が上昇した際にそのずれ分を解消するように調速することで、非常に短時間は指針が正確な時刻からずれたとしても、長期的には精度の高い時計として利用できる。

【0014】また、前記調速手段は、前記発電機の回転速度の調速を行わない状態で、発電機が所定の回転数を確保できなくなったときには、発電機にブレーキ力を加えて指針の運針を停止あるいは低速にするように設定されていることが好ましい。

【0015】発電機にブレーキをかけずに調速していな

い状態でも、所定の回転数を確保できなくなったときには、一定時間を検出した後、ゼンマイからのエネルギー供給が復活する見込みがないと判断し、発電機に大きなブレーキ力を加える。発電機の回転数が低下し、時刻が長時間にわたって遅れ続けているにもかかわらず、運針している場合、使用者が正常動作していると誤認してしまう。これを防止するために、発電機に大きなブレーキ力を加えて運針を停止あるいは非常に低速な運針にすることで、使用者に時刻遅れを知らせることができる。これにより時刻遅れのまま使用者が時計を使用することを防止することができ、使用者にゼンマイを巻き上げる操作を促して電子制御式機械時計を正常動作に戻すことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0017】図1は、本発明の第1実施形態の電子制御式機械時計の要部を示す平面図であり、図2及び図3はその断面図である。

【0018】電子制御式機械時計は、ゼンマイ1a、香箱歯車1b、香箱真1c及び香箱蓋1dからなる香箱車1を備えている。ゼンマイ1aは、外端が香箱歯車1b、内端が香箱真1cに固定される。香箱真1cは、地板2と輪列受3に支持され、角穴車4と一体で回転するように角穴ネジ5により固定されている。

【0019】角穴車4は、時計方向には回転するが反時計方向には回転しないように、こはぜ6と噛み合っている。なお、角穴車4を時計方向に回転しゼンマイ1aを巻く方法は、機械時計の自動巻または手巻機構と同様であるため、説明を省略する。香箱歯車1bの回転は、7倍に増速されて二番車7へ、順次6、4倍増速されて三番車8へ、9.375倍増速されて四番車9へ、3倍増速されて五番車10へ、10倍増速されて六番車11へ、10倍増速されてロータ12へと、合計126、000倍の増速をしている。

【0020】二番車7には筒かな7aが、筒かな7aには分針13が、四番車9には秒針14がそれぞれ固定されている。従って、二番車7を1rphで、四番車9を1rpmで回転させるためには、ロータ12は5rpsで回転するように制御すればよい。このときの香箱歯車1bは、1/7rphとなる。

【0021】この電子制御式機械時計は、ロータ12、ステータ15、コイルブロック16から構成される発電機20を備えている。ロータ12は、ロータ磁石12a、ロータかな12b、ロータ慣性円板12cから構成される。ロータ慣性円板12cは、香箱車1からの駆動トルク変動に対しロータ12の回転数変動を少なくするためのものである。ステータ15は、ステータ体15aに4万ターンのステータコイル15bを巻線したものである。

【0022】コイルブロック16は、磁心16aに11万ターンのコイル16bを巻線したものである。ここで、ステータ体15aと磁心16aはPCパーマロイ等で構成されている。また、ステータコイル15bとコイル16bは、各々の発電電圧を加えた出力電圧ができるように直列に接続されている。

【0023】次に、電子制御式機械時計の制御回路について、図4を参照して説明する。

【0024】発電機20からの交流出力は、昇圧整流、全波整流、半波整流、トランジスタ整流等からなる整流回路21を通して昇圧、整流される。整流回路21には、回転制御手段等の制御用ICや水晶振動子等の負荷22が接続されている。なお、図4では説明の便宜上、IC内に構成される各機能回路を負荷22とは別に記載している。

【0025】発電機20には、抵抗23AおよびNchやPchのトランジスタ23Bが直列に接続されて構成されたブレーキ回路23が並列に接続されている。ブレーキ回路23には、回転制御手段50が接続されている。なお、ブレーキ回路23には、制動抵抗23Aのほかにダイオードを適宜挿入してもよい。

【0026】回転制御手段50は、発振回路51、分周回路52、回転検出回路53、周波数/位相比較回路54、進み/遅れ検出回路55、ブレーキ制御回路56によって構成されている。

【0027】発振回路51は水晶振動子51Aによる発振信号を出力し、この発振信号は分周回路52によってある一定周期まで分周される。この分周信号は、例えば10Hzの基準周期信号として周波数/位相比較回路54に出力されている。

【0028】周波数/位相比較回路54は、回転検出回路53で検出された発電機20の回転信号と、分周回路52から出力された基準周期信号との周波数または位相を比較し、両者の時間的な差異を求め、進み/遅れ検出回路55に出力する。

【0029】進み/遅れ検出回路55は、アップダウンカウンタ等で構成され、周波数/位相比較回路54からの進み分や遅れ分の出力を順次カウントする。

【0030】ブレーキ制御回路56は、進み/遅れ検出回路55からの出力に応じて発電機20のロータ12の調速制御を行う。すなわち、ブレーキ制御回路56は、ブレーキ回路23のトランジスタ23Bのゲート電位をハイレベルおよびローレベルに切り替えることで、ブレーキ回路23を断続し、それにより発電機20のコイルに流れる電流量を変化して電磁ブレーキ量を調整し、発電機20つまり指針の回転周期を調速している。

【0031】整流回路21には、発電電力検出手段として整流回路21の出力電圧を検出する電圧検出回路57が接続されており、電圧検出回路57の出力はブレーキ制御回路56に出力されるようになっている。

【0032】このような本実施形態における制御動作について、図5のグラフを参照しながら説明する。

【0033】まず、図5において、縦軸は整流回路21の出力電圧 $V_c$ を表し、横軸は、電子制御式機械時計の立ち上がりからの時間を表す。電子制御式機械時計を作動させると(時間 $t_0$ )、発電機20が回転し始めて電圧が徐々に上昇する。

【0034】電圧が上昇してシステムの最低動作電圧であるしきい値電圧 $V_{ST}$ を越えると(時間 $t_1$ )、発電機20つまりは指針の回転が回転制御手段50によって正確に制御される通常運転になる。

【0035】その後、ゼンマイ1aの巻き上げ当初は、ロータに加わる回転トルクも大きいため、時間 $t_1$ から $t_2$ までは電圧 $V_c$ が上昇し、この結果、システムが通常に作動し、電子制御による正確な運針が行われる。その後、時間 $t_2$ からゼンマイ1aのばねがほどけてゼンマイ1aのばね力が低下し、電圧 $V_c$ も低下する。

【0036】そして、ロータ12において十分な回転トルクが得られなくなり、電圧 $V_c$ がしきい値電圧 $V_{ST}$ より少し上方に定められた設定値 $V_{ref1}$ 以下になったとき(時間 $t_3$ )には、電圧検出回路57からブレーキ制御回路56に所定の信号が出力される。

【0037】ブレーキ制御回路56は、通常運針時(時間 $t_1 \sim t_3$ )は、進み/遅れ検出回路55からの出力に応じてブレーキ回路23を制御するが、前記電圧検出回路57からの出力があると、ブレーキ回路23によるブレーキを緩めたり、ブレーキを全くかけないように制御し、調速制御よりも発電機20の回転つまりは発電を優先する。このため、低下していた電圧 $V_c$ も上昇を始め、最低動作電圧 $V_{ST}$ 以下に低下することがなく、システムの停止が回避される。

【0038】その後、ゼンマイ1aが巻き上げられ、ゼンマイ1aのばね力が復帰すると、発電機20のロータ12の回転も早まり、電圧 $V_c$ が上昇し続ける。この電圧 $V_c$ が設定値 $V_{ref1}$ よりも大きな設定値 $V_{ref2}$ に達すると(時間 $t_4$ )、回転制御手段50はロータ12に所定の大きさよりも強いブレーキをかけ、これまでブレーキをかけなかったことで、進んだ時刻を遅らせ、進み分を補正する。これは、それまでの進み分(ロータ12の回転数)を進み/遅れ検出回路55でカウントしておき、その分強くブレーキをかけて回転を遅らせることによって行われる。そして、時刻が調整された後(時間 $t_5$ )は、一定のロータ12の回転を維持して通常の運針が行われる。

【0039】なお、通常は、ブレーキを全くかけない場合には、指針が進むため、進み/遅れ検出回路55では進み分がカウントされる。しかし、ゼンマイ1aの動力伝達効率にはバラツキがあり、ブレーキを全くかけない状態でも、ロータ12が所定の回転数以上の回転をすることができないような場合も考えられる。このような小

さい回転エネルギーしか供給されないときにも、ブレーキを全くかけないでシステムの正常動作を優先させ、その間の指針の遅れ分を、進み／遅れ検出回路 55 でカウントしておき、ゼンマイ 1a が巻き上げられてエネルギー供給が復活してきたときに、その時点で本来の所定の回転数に制御するような大きさよりも小さいブレーキ力をかけたり、ブレーキを全くかけないことで、遅れ分を取り戻すように制御する。

【0040】また、前記発電を優先している間に、ゼンマイ 1a が巻き上げられないと、前記電圧  $V_c$  は徐々に低下してしまう。このため、ブレーキを全くかけない状態で、一定時間経過してもロータ 12 が所定の回転数を確保できなくなったときには、ブレーキ制御回路 56 は、エネルギー供給が復活する見込みがないと判断し、ブレーキ回路 23 により発電機 20 に強制的に大きな制動力を加えて運針を停止、もしくは、使用者がはっきり認識できる程度の低速運針にし、使用者にゼンマイ 1a の巻き上げを促す。

【0041】このような本実施形態によれば、次のような効果がある。

【0042】①回転制御手段 50 に電圧検出回路 57 を設け、ゼンマイ 1a のトルクが低下して電圧検出回路 57 で検出された電圧が所定の電圧  $V_{ref}$  以下に低下した場合に、ブレーキ力を所定値より小さくすることなどで調速を行わずに、発電を優先するため、発電電圧がシステムの最低動作電圧  $V_{ST}$  以下に低下することによるシステムの停止を回避することができる。

【0043】これにより、発振停止等のシステム停止や、異常動作の発生を無くしたり、従来に比べて遅らせることができ、システムの安定動作に優れた電子制御式機械時計にできるとともに、時計が停止してしまうまでの時間を長くすることができ、長期間連続して時計を使用することができる。

【0044】②進み／遅れ検出回路 55 を設け、発電を優先するために調速しなかった結果、指針つまり時計表示が実際よりも進んだ時刻を表示している場合に、その進み分を進み／遅れ検出回路 55 でカウントして把握し、ゼンマイ 1a を巻き上げてそのバネ力が復帰したときに、その進み分を無くすように制御しているので、短期的には発電を優先させて調速しなかった場合でも、その後時刻のずれを無くすことができ、長期的には精度（歩度安定性）を高くすることができる。

【0045】③また、ゼンマイ 1a のトルク低下だけではなく、落下衝撃や電磁気的なノイズ等により、一時的に負荷 22 に供給される電圧が低下したときなども、システムの電源が安定するまでの期間、ブレーキを小さくして発電を優先できてシステムの停止を防止でき、かつ電圧が復帰してから進み分を補正して時刻のずれも無くすことができるので、ノイズに強い安定したシステムを実現できる。

【0046】④進み／遅れ検出回路 55 は、進み分だけではなく、遅れ分もカウントできるため、ゼンマイ 1a の動力伝達効率のばらつきによってロータ 12 の回転数が正常な調速時よりも低下した場合でも、その遅れ分をゼンマイ 1a のエネルギー供給が復活した際に取り戻すことができ、この点でもシステムを安定に動作でき、かつ長期的な精度を確保することができる。

【0047】⑤ブレーキを全くかけない状態で、ロータ 12 が所定の回転数を確保できなくなったときには、ブレーキ回路 23 により強制的に大きな制動力を加えて運針を停止もしくは、使用者がはっきり認識できるだけの低速運針にしているので、時計が正常に運針していないことを使用者にはっきり認識させることができ、正しく調速された状態の電子制御式機械時計を利用することができる。

【0048】なお、本発明は各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は、本発明に含まれるものである。

【0049】例えば、前記実施形態では、システムの安定動作に必要な電力を判定するために電圧検出回路 57 を用いているが、供給電流値検出回路を使用して電圧の代わりに電流を検出してもよい。

【0050】また、前記実施形態では、進み／遅れ検出回路 55 を用いていたが、電子制御式機械時計では、通常は調速制御を行わない時は、指針は正常時よりも進むため、進み分のみを検出する回路を用いてもよい。

【0051】さらに、前記実施形態では、進み／遅れ検出回路 55 を設けることで、調速制御を行わない間の指針のずれを後から補正するようにしているが、この進み／遅れ検出回路 55 を設けずに構成してもよい。この場合には、指針のずれを自動的に補正することができないが、例えば、調速制御よりも発電を優先するようにした場合にランプ、ブザー、振動等で使用者に知らせることで再度ゼンマイ 1a の巻き上げと時刻合わせとを行うように使用者に促すように構成すればよい。

【0052】また、ブレーキをかけずに調速制御を行っていないときに、ロータ 12 が所定の回転数を確保できなくなった場合に、運針停止あるいは低速運針によって使用者に知らせる代わりに、インジケータ、ブザー、振動などで使用者に知らせるようにしてもよい。

【0053】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、ゼンマイのトルクが低下して前記発電機の発電電力が低下したときに、発電機の調速制御を行わずに、発電を優先するため、電圧低下によるシステムの停止を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態における電子制御式機械時計の要部を示す平面図である。

【図 2】図 1 の要部を示す断面図である。

【図3】図1の要部を示す断面図である。

【図4】前記実施形態の要部の回路を示す図である。

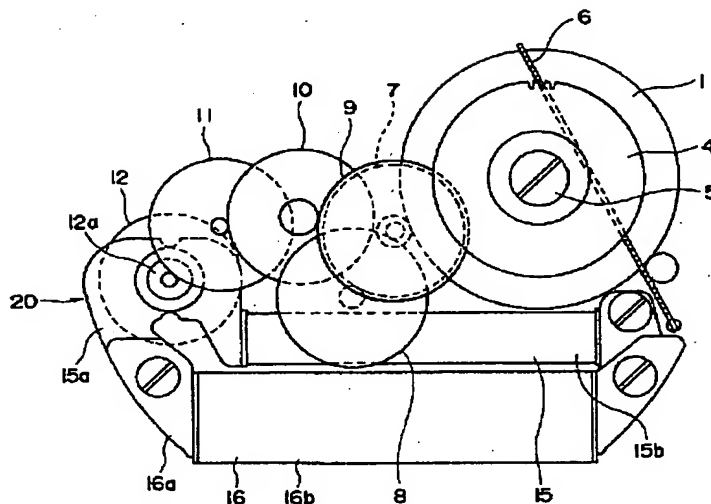
【図5】前記実施形態の調速手段の動作を説明する電圧と時間に関するグラフである。

【符号の説明】

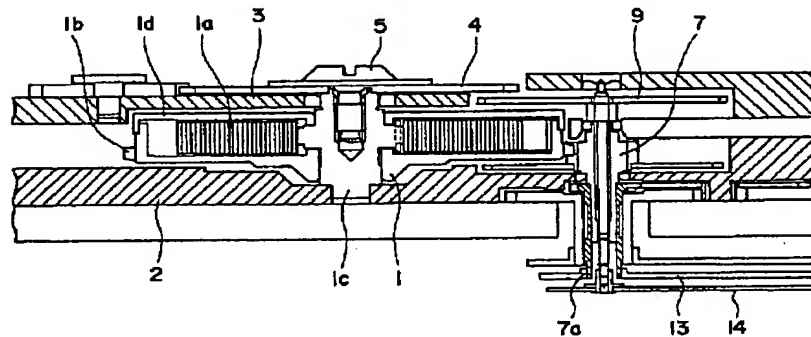
1 香箱車  
1a ゼンマイ  
7 二番車  
8 三番車  
9 四番車  
10 五番車  
11 六番車  
12 ロータ  
13 分針  
14 秒針  
15 ステータ

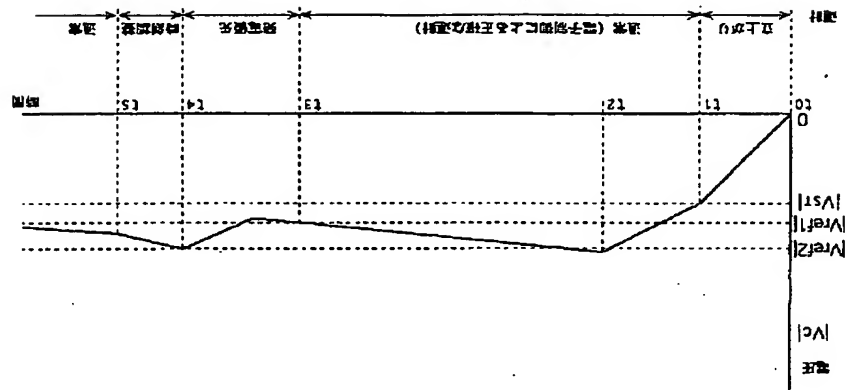
16 コイルブロック  
20 発電機  
21 整流回路  
22 負荷  
23A 抵抗  
23B トランジスタ  
23 ブレーキ回路  
50 回転制御手段  
51A 水晶振動子  
51 発振回路  
52 分周回路  
53 回転検出回路  
54 周波数／位相比較回路  
55 進み／遅れ検出回路  
56 ブレーキ制御回路  
57 電圧検出回路

【図1】

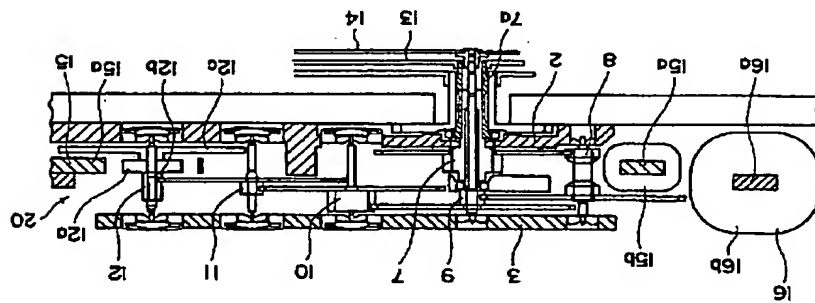
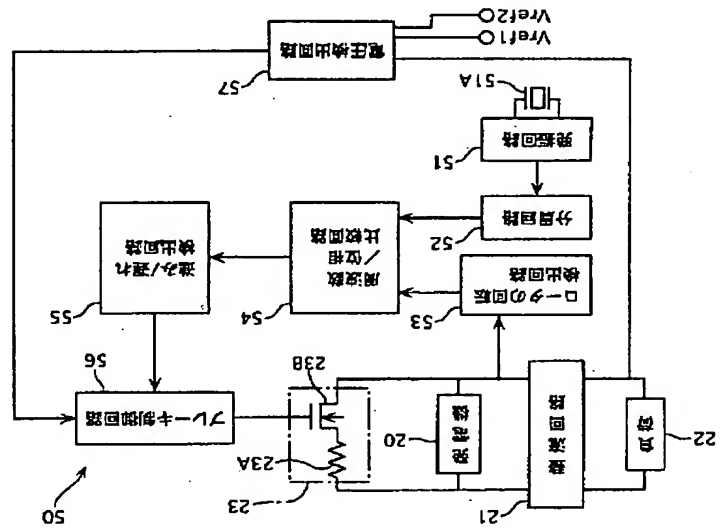


【図2】





**【 ㉟ 】**



【 3 図】

